

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Yuya HASEGAWA et al.
Appl. No: : Not Yet Assigned PCT Branch
Filed : Concurrently Herewith PCT/JP03/14987
For : ACTUATOR

CLAIM OF PRIORITY

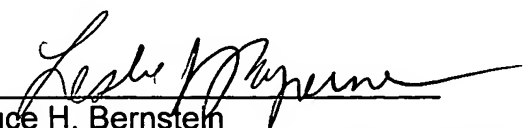
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Applicant hereby claims the right of priority granted pursuant to 35 U.S.C. 119 and 365 based upon Japanese Application Nos. 2002-342760, filed November 26, 2002 and 2002-342761, filed November 26, 2004. The International Bureau already should have sent a certified copies of the Japanese applications to the United States designated office.

If the certified copies have not arrived, please contact the undersigned.

Respectfully submitted,
Yuya HASEGAWA et al.



Bruce H. Bernstein
Reg. No. 29,027
Leslie J. Paperner
Reg. No. 33,329

January 3, 2005
GREENBLUM & BERNSTEIN, P.L.C.
1950 Roland Clarke Place
Reston, VA 20191
(703) 716-1191

Recd PCT/PTO 03 JAN 2006

PCT/JP03/14987
10/518547
25.11.03

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

PCT/JP03/14987

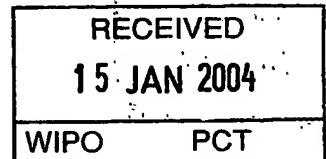
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2002年11月26日

出願番号
Application Number: 特願2002-342761
[ST. 10/C]: [JP2002-342761]

出願人
Applicant(s): 松下電工株式会社

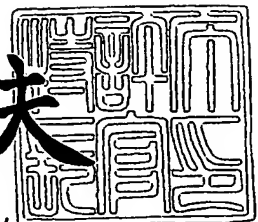


PRIORITY
DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年12月25日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特2003-3107256

【書類名】 特許願

【整理番号】 02P02947

【提出日】 平成14年11月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H02K 33/00

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地松下電工株式会社内

 【氏名】 長谷川 祐也

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地松下電工株式会社内

 【氏名】 平田 勝弘

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地松下電工株式会社内

 【氏名】 本橋 良

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地松下電工株式会社内

 【氏名】 国田 智裕

【特許出願人】

 【識別番号】 000005832

 【氏名又は名称】 松下電工株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100111556

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 安藤 淳二

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 013103

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0206419

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 アクチュエータ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 コイルを有する固定子を備えるケースに、シャフトを有する第 1 の可動子が、シャフトの軸方向とシャフトを回転軸とした回転方向の運動を行えるように支持され、第 1 の可動子と軸方向に並び第 1 の可動子とは別に軸方向に運動を行える第 2 の可動子を有し、ケースと第 1 の可動子と第 2 の可動子との間にそれぞれ軸方向に撓むばね部材を有し、コイルに電流を流すことにより第 1 の可動子が軸方向と回転方向の運動をするアクチュエータにおいて、固定子は、第 1 の可動子または第 2 の可動子に軸方向の力を与える第 1 の固定子と回転方向の力を与える第 2 の固定子を備え、コイルは、第 1 の固定子を通る磁路を励磁する第 1 のコイルと第 2 の固定子を通る磁路を励磁する第 2 のコイルを備えるものであることを特徴とするアクチュエータ。

【請求項 2】 第 1 の固定子と第 2 の固定子は、第 1 の可動子と第 2 の可動子のどちらか一方に軸方向と回転方向の力とを共に与えるものであることを特徴とする請求項 1 記載のアクチュエータ。

【請求項 3】 第 1 の固定子と第 2 の固定子は、第 1 の可動子と第 2 の可動子の一方に軸方向の力を他方に回転方向の力を与えるものであることを特徴とする請求項 1 記載のアクチュエータ。

【請求項 4】 第 1 の可動子と第 2 の可動子は、そのうち固定子から力を受けるものが、それぞれ着磁方向が軸方向に略直交に回転軸に対して軸対称に設けられる磁石を有し、第 1 の固定子と第 2 の固定子は、そのそれぞれが回転軸に対して軸対称に對にして設けられ、第 1 のコイルと第 2 のコイルは、この対になった一方と他方を逆位相で励磁するものであることを特徴とする請求項 2 または 3 記載のアクチュエータ。

【請求項 5】 第 1 の可動子と第 2 の可動子は、そのうち第 1 の固定子から力を受けるものが、着磁方向が互いに逆になるように 2 つの磁石を有し、第 1 の固定子は、軸方向に並ぶ 3 つの磁極部を有する略 E の字型の磁性体を有して構成されるものであることを特徴とする請求項 4 記載のアクチュエータ。

【請求項6】第1の可動子と第2の可動子は、そのうち第2の固定子から力を受けるものが、着磁方向が互いに逆になるように2つの磁石を有し、第2の固定子は、軸方向に並ぶ2つの磁極部を有する略Cの字型の磁性体を有して構成されるものであることを特徴とする請求項5記載のアクチュエータ。

【請求項7】第1の可動子と第2の可動子のうち第1の固定子から力を受けるものの2つの磁石は、それらの端部が第1の固定子のE字型の凹部を横切って動作するものであることを特徴とする請求項5または6記載のアクチュエータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、軸方向と回転方向の2方向に運動することが可能なアクチュエータに関する。

【0002】

【従来の技術】

アクチュエータは、直線方向や回転方向など1方向の運動を行うものが多く、直線方向と回転方向との2方向に運動するようにするときには、運動方向を機械的に変換する運動方向変換機構が用いられる。しかしながら、運動方向変換機構は、運動方向を変換する際に騒音の原因となる。また、直線方向に往復運動を行うと慣性力により振動を生じる。

【0003】

特開2002-199689号公報は、シャフト（軸）を有する第1の可動子（プランジャー）がケースに設けられる固定子（ヨーク）の内方に空隙（ギャップ）を有して設けられ、コイルにより磁路を励磁して可動子がシャフトの軸方向に運動するリニアオシレータにおいて、第1の可動子の慣性力を打ち消す動作をする第2の可動子（振幅制御錘）を有し、ケースと第1の可動子と第2の可動子との間にばね部材を有し、軸方向の変位（ストローク位置）に対して空隙を不均一にすることにより、運動方向変換機構を用いずにシャフトの軸方向（直線方向）の共振による往復運動とシャフトを回転軸とする回転方向の運動とを行うとともに、軸方向の慣性力による振動を低減することができる構成を開示している。

【0004】

【特許文献1】

特開 2002-199689号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特開 2002-199689号公報に開示された構成は、簡単な構成で軸方向の変位に応じて2方向の運動を行うことができるので有用であるが、空隙の形状により軸方向の運動と回転方向の運動との関係が固定されてしまうので、それらを独立して制御できるものではなく、動作制御の自由度が高いものではなかった。

【0006】

本発明は、上記事由に鑑みてなしたもので、その目的とするところは、軸方向の慣性力による振動を低減することができ、軸方向と回転方向の2方向に運動することが可能なアクチュエータの動作制御の自由度を向上することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

請求項1に係る発明は、コイルを有する固定子を備えるケースに、シャフトを有する第1の可動子が、シャフトの軸方向とシャフトを回転軸とした回転方向の運動を行えるように支持され、第1の可動子と軸方向に並び第1の可動子とは別に軸方向に運動を行える第2の可動子を有し、ケースと第1の可動子と第2の可動子との間にそれぞれ軸方向に撓むばね部材を有し、コイルに電流を流すことにより第1の可動子が軸方向と回転方向の運動をするアクチュエータにおいて、固定子は、第1の可動子または第2の可動子に軸方向の力を与える第1の固定子と回転方向の力を与える第2の固定子を備え、コイルは、第1の固定子を通る磁路を励磁する第1のコイルと第2の固定子を通る磁路を励磁する第2のコイルを備えるものであることを特徴としている。

【0008】

したがって、第1の可動子と、第2の可動子と、ケースと、これらのそれぞれの間に設けられる軸方向に撓むばね部材とによりばね共振系を構成し、第1のコ

イルで第 1 の固定子を通る磁路を励磁して第 1 の可動子または第 2 の可動子に軸方向の力を与えて軸方向の共振動作を行い、第 2 のコイルで第 2 の固定子を通る磁路を励磁して第 1 の可動子または第 2 の可動子に回転方向の力を与えて回転方向の運動を行うので、第 1 の可動子を軸方向と回転方向とを独立して制御することができる。また、軸方向の共振動作において、第 1 の可動子と第 2 の可動子が、それぞれ軸方向に逆方向の運動を行うようにできるので、軸方向の慣性力による振動を低減することができる。このことにより、軸方向の慣性力による振動を低減することができ、軸方向と回転方向の 2 方向に運動することが可能なアクチュエータの動作制御の自由度を向上することができる。

【0009】

請求項 2 に係る発明は、請求項 1 記載のアクチュエータにおいて、第 1 の固定子と第 2 の固定子は、第 1 の可動子と第 2 の可動子のどちらか一方に軸方向と回転方向の力とを共に与えるものであることを特徴としている。

【0010】

したがって、第 1 の可動子と第 2 の可動子のうち一方は固定子から力を受けないので、ばね共振系の設計が容易になる

【0011】

請求項 3 に係る発明は、請求項 1 記載のアクチュエータにおいて、第 1 の固定子と第 2 の固定子は、第 1 の可動子と第 2 の可動子の一方に軸方向の力を他方に回転方向の力を与えるものであることを特徴としている。

【0012】

したがって、軸方向に力を発生するための磁路と回転方向に力を発生するための磁路が分離されるので、磁気回路の設計をしやすいことができる。

【0013】

請求項 4 に係る発明は、請求項 2 または 3 記載のアクチュエータにおいて、第 1 の可動子と第 2 の可動子は、そのうち固定子から力を受けるものが、それぞれ着磁方向が軸方向に略直交に回転軸に対して軸対称に設けられる磁石を有し、第 1 の固定子と第 2 の固定子は、そのそれぞれが回転軸に対して軸対称に對にして設けられ、第 1 のコイルと第 2 のコイルは、この対になった一方と他方を逆位相

で励磁するものであることを特徴としている。

【0014】

したがって、第1の固定子と第2の固定子は、第1の可動子と第2の可動子のうち固定子から力を受けるものの有する磁石の両側の磁極を用いて軸方向と回転方向の力を与えるので、ばね共振系は大きな力を受けて運動することができる。

【0015】

請求項5に係る発明は、請求項4記載のアクチュエータにおいて、第1の可動子と第2の可動子は、そのうち第1の固定子から力を受けるものが、着磁方向が互いに逆になるように2つの磁石を有し、第1の固定子は、軸方向に並ぶ3つの磁極部を有する略Eの字型の磁性体を有して構成されるものであることを特徴としている。

【0016】

したがって、第1の可動子と第2の可動子のうち第1の固定子から力を受けるものが有する2つの磁石は、第1の固定子に対向して位置するときに軸方向の力を生じるのに適した磁極部の配置となるので、漏れ磁束を少なくするとともに、ばね共振系は軸方向に大きな力を受けて効率よく運動することができる。

【0017】

請求項6に係る発明は、請求項5記載のアクチュエータにおいて、第1の可動子と第2の可動子は、そのうち第2の固定子から力を受けるものが、着磁方向が互いに逆になるように2つの磁石を有し、第2の固定子は、軸方向に並ぶ2つの磁極部を有する略Cの字型の磁性体を有して構成されるものであることを特徴としている。

【0018】

したがって、第1の可動子と第2の可動子のうち第2の固定子から力を受けるものが有する2つの磁石は、第2の固定子の2つの磁極部に対向して位置するときに回転方向の力を生じるのに適した磁極部の配置になるので、漏れ磁束を少なくするとともに、第1の可動子は回転方向に大きな力を受けて効率よく運動することができる。

【0019】

請求項 7 に係る発明は、請求項 5 または 6 記載のアクチュエータにおいて、第 1 の可動子と第 2 の可動子のうち第 1 の固定子から力を受けるものの 2 つの磁石は、それらの端部が第 1 の固定子の E 字型の凹部を横切って動作するものであることを特徴としている。

【0020】

したがって、第 1 の可動子と第 2 の可動子のうち第 1 の固定子から力を受けるものが有する磁石の磁極部と第 1 の固定子の磁極部の対向面積を大きく取ることができるので、ばね共振系は軸方向に大きな力を受けて運動することができる。

【0021】

【発明の実施の形態】

(第 1 の実施形態)

次に、請求項 1 と請求項 2 と、請求項 4 乃至 6 の発明に係る一実施形態を図 1 乃至図 9 を用いて説明する。このものは、ケース 1 と、第 1 の固定子 2 と、第 1 のコイル 3 と、第 2 の固定子 4 と、第 2 のコイル 5 と、第 1 の可動子 6 と、第 2 の可動子 7 とばね部材 8 を主要構成部材としている。

【0022】

ケース 1 は、筐体部 1 a と、軸受け部 1 b とを有して構成されている。筐体部 1 a は、金属製の磁性材料により有底円筒形状に形成されており、その両側の端面の中央部に軸受け部 1 b を有している。このものは、内部に第 1 の固定子 2 と、第 1 のコイル 3 と、第 2 の固定子 4 と、第 2 のコイル 5 と、第 1 の可動子 6 と、第 2 の可動子 7 と、ばね部材 8 とを収納する。軸受け部 1 b は、断面が同心円状の中空の柱状に形成され、その中空部に表面を滑らかに加工された金属球を入れたベアリングであり、筐体部 1 a の両側の端面に筐体部 1 a の中心軸と軸受け部 1 b の中心軸が一致するように筐体部 1 a の両側の端面に設けられている。これらのものは、金属球により円柱の軸状のものをその軸方向（以下、軸方向と呼ぶ）と軸方向を中心軸（以下、回転軸と呼ぶ）とする回転方向（以下、回転方向と呼ぶ）に運動を行えるように支持することができる。

【0023】

第 1 の固定子 2 は、磁性材料で断面が E の字型の柱状に形成されたものであり

、軸方向にEの字型の3つの磁極部が並ぶようにし、回転軸に対して軸対称に對にして、ケース1の筐体部1aの中空部に固定して収納されている。これらのものは、そのEの字型が対称形状となっており、3つの磁極部は同じ幅と長さを有している。そして、これらのものは、中央の磁極部に第1のコイル3が巻かれており、そのコイルに電流を流すことにより、中央の磁極部と両側の磁極部に異なる磁極が生じる。例えば、中央の磁極部にS極が生じれば、両側の磁極部にはN極が生じる。これらのものは、その磁極部が第1の可動子6に対向するように位置するので、漏れ磁束が少なく、効率のよい磁気回路を構成する。これらのものは、第1の可動子6に主に軸方向の力を与えるために用いられる。

【0024】

第1のコイル3は、第1の固定子2の中央の磁極部に樹脂製のコイルボビン（図示せず）を介して巻かれて設けられている。このものは、第1の固定子2と空隙と第1の可動子6とを通る磁路を励磁するものであり、電流を流すことにより、第1の固定子2の中央の磁極部と両側の磁極部に異なる磁極を生じさせる。また、このものは、対になっている第1の固定子2の一方に設けられているものとその他方に設けられているものが逆位相に励磁することができるように接続される。例えば、第1の固定子2の一方の中央の磁極部がS極に励磁されているときには他方の中央の磁極部がN極に励磁されるように接続される。

【0025】

第2の固定子4は、磁性材料で断面がCの字型の柱状に形成されたものであり、軸方向にCの字型の2つの磁極部が並ぶようにし、回転軸に対して軸対称に對にして、ケース1の筐体部1aの中空部に固定して収納されている。そして、第1の固定子2と第2の固定子4の存在する面は互いに直交するように設けられている。したがって、第1の固定子2と第2の固定子4との間隔がそれぞれ大きくなるので、第1のコイル3と第2のコイル5を設ける空間を大きくすることができる。そして、第2の固定子4は、そのCの字型が対称形状となっており、2つの磁極部は同じ幅と長さを有している。そして、これらのものは、第2のコイル5がそれぞれの磁極部に分割して巻かれており、そのコイルに電流を流すことにより、両側の磁極部にそれぞれ異なる磁極が生じる。例えば、一方にS極が生じ

れば、他方にはN極が生じる。これらのものは、その磁極部が第1の可動子6に
対向するように位置するので、漏れ磁束が少なく、効率のよい構成となる。これ
らのものは、第1の可動子6に主に回転方向の力を与えるために用いられる。

【0026】

第2のコイル5は、第2の固定子4の両側の磁極部にそれぞれ樹脂製のコイル
ボビン（図示せず）を介して分割して巻かれて設けられている。このものは、第
2の固定子4と空隙と可動子とを通る磁路を励磁するものであり、電流を流すこ
とにより、第2の固定子4の両側の磁極部にそれぞれ異なる磁極を生じさせる。
また、このものは、対になっている第2の固定子4の一方に設けられているもの
とその他方に設けられているものが逆位相に励磁することができるように接続さ
れる。例えば、第2の固定子4の一方の磁極部がS極となるように励磁されてい
るときには他方の対応する磁極部がN極となるように励磁されるように設けられ
る。

【0027】

第1の可動子6は、シャフト6aと駆動力発生部6bとを有して形成される。
シャフト6aは、金属製の円柱の軸状のものであり、2つの軸受け部1b、1b
により軸方向と回転方向に運動できるように支持されている。駆動力発生部6b
は、着磁方向（S極からN極に向かう方向）が互いに逆方向になるように直径方
向に着磁される円柱状の2つの磁石6ba、6bbにより形成され、それらの中
心軸がシャフト6aの中心軸になるようにシャフト6aに設けられる。このこと
により、磁石6ba、6bbは、回転軸に対して対称に、着磁方向が軸方向に直
交するように設けられる。したがって、磁石6ba、6bbの質量は回転軸に対
して軸対称に分布するので、第1の可動子6の回転方向の運動による慣性力は打
ち消され、ケース1に伝わる振動を低減することができる。また、第1の固定子
2と第2の固定子4は、第1の可動子6の磁石6ba、6bbの両側の磁極を用
いて第1の可動子6に軸方向と回転方向の力を与えるので、第1の可動子6は大
きな力を受けて運動することができる。そして、磁石6ba、6bbは、第1の
固定子2のEの字型の凹部の幅と同じ厚さを有しており、それぞれ側面がこの凹
部に対向するような間隔でシャフト6aに設けられている。このとき、磁石6b

a, 6 b bは、第2の固定子4のそれぞれの磁極部に対向している。そして、磁石6 b a, 6 b bの直径は、駆動力発生部6 bと第1の固定子2の間と、駆動力発生部6 bと第2の固定子4の間との間に空隙部を有するように定められている。

【0028】

第2の可動子7は、銅で筐体部1 aの内径よりも小さい直径の円柱状に形成されたものであり、その中心軸上に断面がシャフト1 aの直径よりも大きい直径の円の貫通孔が設けられている。このものは、貫通孔にシャフト1 aを通した状態で第1の可動子6とケース1との間で軸方向に並んで筐体部1 a内に収納され、第1の可動子6とは別に軸方向に運動を行えるように後述のばね部材8を用いて第1の可動子6とケース1の間に支持されている。このものの質量は、第1の可動子6の質量と同程度にしている。

【0029】

ばね部材8は、第1のばね8 aと第2のばね8 bと第3のばね8 cの3つのばねにより構成されている。ばね部材8は、軸方向に撓むコイルばねを用いており、ケース1と第1の可動子6との間に第1のばね8 a、第1の可動子6と第2の可動子7との間に第2のばね8 b、第2の可動子7とケース1との間に第3のばね8 cが設けられている。これらのものは、それらの端部は設けられた箇所に固定されており、回転方向にもばねとしての働きを行うようにしている。

【0030】

上記のような構成にして、第1のコイル3に電流を流すことにより、第1の固定子2には、磁極部に例えば図2のような磁極が生じる。そうすると、磁石6 b aが第1の固定子2の上端の磁極からは吸引力が与えられ、中央の磁極からは反発力が与えられる。一方、磁石6 b bは、第1の固定子2の中央の磁極から吸引力が与えられ、下端の磁極からは反発力が与えられる。したがって、第1の可動子6は、第1の固定子2から軸方向の力（図2の場合は上方の力）を受ける。また、第1のコイル3にこれとは逆方向の電流を流すと、磁極部に生じる磁極の極性が逆になるので、軸方向の力も逆方向に受けることになる。

【0031】

また、第2のコイル5に電流を流すことにより、第2の固定子4には、磁極部に例えば図4のような磁極が生じる。そうすると、磁石6baは、主に第2の固定子4から力を受けるので、右回転方向の力を受ける。また、磁石6bbも主に第2の固定子4から力を受けるので、右回転方向の力を受ける。したがって、第1の可動子6は、第2の固定子4により回転方向の力（図4の場合は右方向回転の力）を受ける。また、第2のコイル4にこれとは逆方向の電流を流すと、第2の固定子4の磁極部に生じる磁極の極性が逆になるので、回転方向の力も逆方向となる。

【0032】

したがって、このアクチュエータは、第1の可動子6を軸方向と回転方向を独立して制御することができ、図5に示すように、軸方向の変位に対する推力特性と回転方向の回転角に対するトルク特性を有している。すなわち、コイルに電流が流れていないときには曲線FZ1と曲線TZ1、コイルにプラス方向の電流が流れたときには曲線FP1と曲線TP1、コイルにマイナス方向の電流が流れたときには曲線FM1と曲線TM1とでそれぞれ示される推力特性とトルク特性を示す。ここで、推力特性は、第1の固定子2と第1の可動子6が図2のような位置関係にあるときを基準位置としており、トルク特性は、第1の固定子2と第2の固定子4と第1の可動子6が図4のような位置関係にあるときを基準位置としている。したがって、第1のコイル3と第2のコイル5に交流電圧を印加することにより、それぞれにプラス方向とマイナス方向の電流が流れるので、第1の可動子6は、軸方向と回転方向の2方向に往復運動を行う。

【0033】

また、ケース1と、第1の可動子6と、第2の可動子7と、ばね部材8とは、それぞれの質量とばね部材8のそれぞれのばね定数により決まる共振周波数で軸方向の共振運動を行うばね共振系を構成している。このばね共振系は、ケース1を固定した状態に近似できるときには2つの共振周波数を持ち、一方の共振周波数（以下、一次モード）は第1の可動子6と第2の可動子7とが同位相で運動し、他方の共振周波数（以下、二次モード）はそれらが逆位相で運動する。したがって、第1のコイル3に二次モードの共振周波数の近傍の周波数の交流電圧を印

加すると、第1の可動子6と第2の可動子7は逆位相に動作する共振運動を行う。ここで、第1の可動子6は、共振運動により大きな振幅を効率よく得ることができる。また、第1の可動子6と第2の可動子7の質量を同程度としているので、それぞれの慣性力が打ち消され、ケース1に伝わる軸方向の慣性力による振動を低減することができる。

【0034】

一方、ばね部材8は、コイルばねであるので両端を固定することにより回転方向のばねの作用も有するようになり、ケース1と、第1の可動子6と、第2の可動子7と、ばね部材8とは、それぞれの慣性モーメントとばね部材8のそれぞれの回転方向のばね定数により決まる共振周波数で回転方向の共振運動を行うばね共振系を構成することができる。したがって、第2のコイル5にその共振周波数の近傍の周波数で交流電圧を印加することにより、回転方向においても共振運動をにより大きな回転方向の振幅を効率よく得ることができる。

【0035】

上記において、共振運動をさせるために、交流電圧の周波数を共振周波数の近傍とするのは、電気回路などの影響により実際には運動系のみで決まる共振周波数から共振周波数がずれるためである。

【0036】

ところで、第2の固定子4は、第1の固定子2と同様にして図6のようにEの字型に構成すると、図7のように磁石6baと第2の固定子4の上端の磁極部との位置関係は、磁石6baが右方向の回転運動を行う力が発生するようになり、磁石6bbと第2の固定子の下端の磁極部との位置関係は、磁石6bbが左方向の回転運動を行う力が発生するようになる。つまり、一方が回転方向の運動を妨げる力を発生する。また、磁石6ba, 6bbの磁極面と固定子の磁極部の磁極面は対向しないので、第1の可動子6が受ける力も小さくなる。したがって、第2の固定子4は、Eの字型にするよりもCの字型にすることにより回転方向に受ける力を大きくすることができる。

【0037】

次に、第1の実施形態の動作について説明する。第1の可動子6は、軸方向と

回転方向が共に前述の基準位置にあり、第1のコイル3と第2のコイル5には電流が流れていないものとする。このとき、第1の可動子6は、図5に示すようにつりあった状態にあり、軸方向にも回転方向にも力を受けないので静止している。

【0038】

ここで、図8のように、第1のコイル3と第2のコイル5にそれぞれ曲線VSと曲線VR1で表される二次モードの共振周波数の矩形波を交流電圧として印加すると、第1のコイル3と第2のコイル5に交流電流が流れ、第1のコイル3は、第1の固定子2を通る磁路を励磁し、第2のコイルは、第2の固定子4を通る磁路を励磁する。すると、第1の可動子6は、図5に示したように、軸方向と回転方向の力を受ける。第1のコイル3と第2のコイル5に流れる交流電流の位相は、第1の可動子6の運動やコイルの巻数などによって変化するが、第1のコイル3に流れる交流電流により、第1の可動子6は、共振運動をして軸方向に例えば図8の曲線DSのように運動する。このとき、第2の可動子7は、曲線DSの逆位相で動作する。一方、第1の可動子6は、第2のコイル5により、例えば図8に示した位相で、区間RLでは左方向の回転運動を行い、区間RRでは右方向の回転運動を行う。したがって、可動子6は、共振運動を用いて軸方向に往復運動をしながら軸方向と同じ周期で回転方向の往復運動を行う。

【0039】

また、軸方向の運動と回転運動とは独立して制御できるので、例えば図9のように、第2のコイル5に印加する交流電圧を曲線VR2のように第1のコイル3に印加する交流電圧の2倍の周波数とすると、軸方向に1往復の運動をする間に回転方向に2往復の運動を行うようにすることができる。

【0040】

このように第1の実施形態においては、第1の可動子6と、第2の可動子7と、ケース1と、これらのそれぞれの間に設けられる軸方向に撓むばね部材8とによりばね共振系を構成し、第1のコイル3で第1の固定子2を通る磁路を励磁して第1の可動子6に軸方向の力を与えて軸方向の共振動作を行い、第2のコイル5で第2の固定子4を通る磁路を励磁して第1の可動子6に回転方向の力を与え

て回転方向の運動を行うので、第1の可動子6を軸方向と回転方向とを独立して制御することができる。また、軸方向の共振動作において、第1の可動子6と第2の可動子7が、それぞれ軸方向に逆方向の運動を行うようにできるので、軸方向の慣性力による振動を低減することができる。このことにより、軸方向の慣性力による振動を低減することができ、運動方向変換機構を用いずに軸方向と回転方向の2方向に運動することが可能なアクチュエータの動作制御の自由度を向上することができる。

【0041】

また、第1の固定子2と第2の固定子4は、第1の可動子6に軸方向と回転方向の力とを共に与え、第2の可動子7は固定子から力を受けないので、ばね共振系の設計が容易になる。

【0042】

そして、第1の可動子6の磁石6ba, 6bbの質量は回転軸に対して軸対称に分布するので、第1の可動子6の回転方向の運動による慣性力は打ち消され、ケース1に伝わる振動を低減することができる。また、第1の固定子2と第2の固定子4は、第1の可動子6の磁石6ba, 6bbの両側の磁極を用いて第1の可動子6に軸方向と回転方向の力を与えるので、第1の可動子6は大きな力を受けて運動することができる。

【0043】

さらに、第1の固定子2をEの字型で形成し、第2の固定子4をCの字型で形成してそれらを直交するように配置することにより、第1の固定子2と第2の固定子4との間隔がそれぞれ大きくなるので、第1のコイル3と第2のコイル5を設ける空間を大きくすることができる。また、第1の可動子6の2つの磁石6ba, 6bbは、第1の固定子2に対向して位置するときには軸方向の力を生じるのに適した磁極部の配置となるので、漏れ磁束を少なくするとともに、第1の可動子6は軸方向に大きな力を受けて効率よく運動することができる。また、2つの磁石6ba, 6bbは第2の固定子4の2つの磁極部に対向して位置するときには回転方向の力を生じるのに適した磁極部の配置になるので、漏れ磁束を少なくするとともに、第1の可動子6は回転方向に大きな力を受けて効率よく運動するこ

とができる。

【0044】

なお、ここでは第1の可動子6に軸方向と回転方向の力を受けるものについて説明したが、それに限るものではなく、それぞれの方向の力がばね部材8を介して第1の可動子6に伝わるので、第2の可動子7と第1の可動子6の磁気構成を入れかえて第2の可動子7が力を受けるものであっても構成することができる。

【0045】

(第2の実施形態)

次に、請求項1と請求項2と、請求項4乃至6の発明に係る他の実施形態を図10を用いて説明する。このものは、第1の実施形態と、第1の固定子2と第2の固定子4の形状と位置関係が異なっており、その他は第1の実施形態と同じ構成である。

【0046】

第1の固定子2と第2の固定子4とは、その磁極部が第1の可動子6の円柱の側面である磁極面に対して軸方向側から見て一定の空隙を介して位置するように形成されている。そして、第2の固定子4は、その磁極部が第1の固定子2のEの字型の凹部に設けられている。したがって、軸方向から見ると、それらの磁極部の端部が立体的に重なる重なり部CPを有している。そして、第1の固定子2の磁極部の間に空隙部Gを有するように設けられている。

【0047】

このような構成にすることにより、第1の固定子2と第2の固定子4は、それぞれが第1の可動子6と対向する面積を大きくするための空間を確保するので、第1の可動子6との対向面積を大きく取ることができる。第1の可動子6に大きな力を与えることができる。また、空隙部Gを有することにより、図10中の矢印で示された第1の可動子6に力を与えるために寄与しない磁路WC（例えば、軸方向について考えたときには、第1の固定子2のN極→空隙部G→第2の固定子4→空隙部G→第1の固定子2のS極）の磁気抵抗を大きくして、磁路WCに流れる磁束を減少させ、第1の可動子6に大きな力を与えることができる。ここで、空隙部Gの幅は、第1の可動子6と固定子との間の空隙の幅などを考慮し

て設計する。

【0048】

このように、第2の実施形態においては、第1の固定子2と第2の固定子4は、そのそれぞれの磁極部が第1の可動子6との対向面積を取るための空間を確保するので、第1の可動子6との対向面積を大きく取ることができ、第1の固定子2と第2の固定子4の間の磁路の磁気抵抗が大きくなるので、第1の可動子6に力を与えるために寄与しない磁束を低減することができる。このことにより、第1の可動子6に軸方向と回転方向の大きな力を与えることができる。

【0049】

(第3の実施形態)

次に、請求項1と請求項2と、請求項4乃至7の発明に係る一実施形態を図1を用いて説明する。このものは、第1の実施形態と、第1の可動子6の形状と第1の固定子2との位置関係が異なっており、その他は第1の実施形態と同じ構成である。

【0050】

第1の可動子6は、第1の固定子2のE字型の凹部の軸方向の幅よりも小さい厚さの円柱状の磁石であり、この直径は対になった第1の固定子2の対応する磁極部間の距離よりも大きく形成され、第1の固定子2のE字型の磁極部間に設けられている。そのため、第1の可動子6の軸方向の運動は、前述の凹部の間に制限される。また、第1の可動子6の回転運動は、2つの磁石6ba, 6bbの軸方向に直交する面の端部が第1の固定子2のE字型の両凹部を横切って動作する。このため、第1の可動子6の磁石6ba, 6bbの磁極部と第1の固定子2の磁極部の対向面積を大きく取ることができるので、第1の可動子6は軸方向に大きな力を受けて運動する。

【0051】

このように、第3の実施形態においては、第1の可動子6の磁石6ba, 6bbの磁極部と第1の固定子2の磁極部の対向面積を大きく取ることができるので、第1の可動子6は軸方向に大きな力を受けて運動することができる。

【0052】

(第4の実施形態)

次に、請求項1と請求項2と、請求項4乃至6の発明に係る一実施形態を図12と図13を用いて説明する。このものは、第1の実施形態と、第1の可動子6の形状が異なっており、その他は第1の実施形態と同じ構成である。

【0053】

第1の可動子6は、その2つの磁石6ba, 6bbが同じ大きさの円柱形状であり、それらが連続するように構成され、連続しない側の端面が第1の固定子2の軸方向の端面と一致するように設けられ、連続している側の端面が第1の固定子2のE字型の中央の磁極部の軸方向に中央の位置になるよう設けられている。

【0054】

このような構成にすることにより、磁石6ba, 6bbの軸方向の両端の端面が第1の固定子2の軸方向の端面と一致する位置が安定点となる。このとき、図13のように、コイルに電流が流れていないときには曲線FZ2、コイルにプラス方向の電流が流れたときには曲線FP2、コイルにマイナス方向の電流が流れたときには曲線FM2で示される推力特性を示す。つまり、第1の可動子6に軸方向の変位が生じると、可動子6を逆方向へ引き戻す力が生じる特性となる。したがって、可動子6は、戻しばねが接続されたように動作するので、ばね部材8としてばね定数の低いばねを用いることができる。

【0055】

このように第4の実施においては、軸方向の両端の端面が第1の固定子2の軸方向の端面と一致する位置が安定点となり、第1の可動子6の軸方向の変位が大きくなるにつれ、大きな力が変位とは逆方向に生じるようになるので、戻しばねの効果を得ることができる。

【0056】

なお、第1の可動子6の磁石部6bは、2つの磁石を連続することにより構成したが、それに限るものではなく、1つの磁石で着磁方向を2つの部分で変化するようにしてもよい。

【0057】

(第5の実施形態)

次に、請求項 1 と請求項 2 と、請求項 4 乃至 6 の発明に係る他の実施形態を図 14 を用いて説明する。このものは、第 1 の実施形態と、第 1 のコイル 3 の第 1 の固定子 2 への巻き方が異なっており、その他は第 1 の実施形態と同じ構成である。

【0058】

第 1 のコイル 3 は、第 1 の実施形態においては図 14 (a) のように E 字型の中央の磁極部に巻かれていたが、同図 (b) のように外側の磁極部に分割して巻かれている。このとき、これらのコイルは、中央の磁極部とその両側の磁極部が異なった磁極に励磁されるよう接続されている。このようにコイルを分割することにより、1つの場所に巻いた場合と比較して、巻かれたコイルによる厚みの影響が少なくなるので、コイルを巻く空間を低減することができる。また、図 14 (c) のようにそれぞれの磁極部に分割して巻くこともできる。

【0059】

このように、第 5 の実施形態においては、第 1 のコイル 3 に対してもコイルを分割することにより、1つの場所に巻いた場合と比較して、巻かれたコイルによる厚みの影響が少なくなるので、コイルを巻く空間をさらに低減することができる。

【0060】

(第 6 の実施形態)

次に、請求項 1 と請求項 3 と、請求項 4 乃至 6 の発明に係る他の実施形態を図 15 を用いて説明する。このものは、第 4 の実施形態と、第 1 の可動子 6 が第 2 の固定子 4 から力を受けず、第 2 の可動子 7 が第 2 の固定子 4 から力を受ける点で異なっており、その他は第 4 の実施形態と同じである。

【0061】

第 2 の可動子 7 は、第 1 の可動子 6 と同じ磁石の構成になるように 2 つの磁石 7 a, 7 b を連続して設け、その中心軸上に断面がシャフト 1 a の直径よりも大きい直径の円の貫通孔が設けられている。このものは、貫通孔にベアリングを介してシャフト 1 a を通した状態で第 1 の可動子 6 とケース 1 との間で軸方向に並んで筐体部 1 a 内に収納され、ばね部材 8 を用いて第 1 の可動子 6 とケース 1 の

間に支持されている。このものの質量は、第1の可動子6の質量と同程度にしている。そして、第2の固定子4は、第4の実施形態と同じ形状であり、第2の可動子7に対向している。

【0062】

このように構成することにより、軸方向の力に寄与する磁束と、回転方向の力に寄与する磁束を別々に考えることができるので、ばね共振系の設計が容易になる

【0063】

このように、第6の実施形態においては、第1の可動子6に軸方向の力を、第2の可動子7に回転方向の力を与えることにより、軸方向に力を発生するための磁路と回転方向に力を発生するための磁路が分離されるので、磁気回路の設計をしやすいことができる。

【0064】

なお、ここでは、第1の可動子6に軸方向の力を、第2の可動子7に回転方向の力を与えるものについて説明したが、その逆の構成にしてもよい。

【0065】

なお、可動子6の駆動力発生部6bは、磁石が回転軸に対して軸対称であり、第1の固定子2と第2の固定子4は、軸対称に對にしてそれぞれを逆位相で励磁するものについてのみ説明したが、それに限るものではなく、第1の固定子2と第2の固定子4とがそれぞれ1つであり、磁石の片側の磁極のみを用いるものであってもよい。

【0066】

また、駆動力発生部6bとして、磁石が2つあるものについて説明したが、磁石は1つであっても構成することができ、第1の固定子2として軸方向に1つの磁極部または2つの磁極部（例えば軸方向に並ぶ2つの磁極部を備える略Cの字型など）を有し、第2の固定子4として1つの磁極部を有するものであれば、可動子6を軸方向と回転方向に動作させることができる。

【0067】

なお、第1の可動子6と第2の可動子7の質量は同程度としたが、それに限る

ものではなく、質量を調整してこのバランスを崩すことにより、軸方向の振動を低減するとともに、振幅を調整できるという効果が得られる。

【0068】

【発明の効果】

請求項1に係る発明によれば、第1の可動子と、第2の可動子と、ケースと、これらのそれぞれの間に設けられる軸方向に撓むばね部材とによりばね共振系を構成し、第1のコイルで第1の固定子を通る磁路を励磁して第1の可動子または第2の可動子に軸方向の力を与えて軸方向の共振動作を行い、第2のコイルで第2の固定子を通る磁路を励磁して第1の可動子または第2の可動子に回転方向の力を与えて回転方向の運動を行うので、第1の可動子を軸方向と回転方向とを独立して制御することができる。また、軸方向の共振動作において、第1の可動子と第2の可動子が、それぞれ軸方向に逆方向の運動を行うようにできるので、軸方向の慣性力による振動を低減することができる。このことにより、軸方向の慣性力による振動を低減することができ、軸方向と回転方向の2方向に運動することが可能なアクチュエータの動作制御の自由度を向上することができる。

【0069】

請求項2に係る発明によれば、請求項1記載の効果に加え、第1の可動子と第2の可動子のうち一方は固定子から力を受けないので、ばね共振系の設計が容易になる。

【0070】

請求項3に係る発明によれば、請求項1記載の効果に加え、軸方向に力を発生するための磁路と回転方向に力を発生するための磁路が分離されるので、磁気回路の設計をしやすくすることができる。

【0071】

請求項4に係る発明によれば、請求項2または3記載の効果に加え、第1の固定子と第2の固定子は、第1の可動子と第2の可動子のうち固定子から力を受けるものの有する磁石の両側の磁極を用いて軸方向と回転方向の力を与えるので、ばね共振系は大きな力を受けて運動することができる。

【0072】

請求項5に係る発明によれば、請求項4記載の効果に加え、第1の可動子と第2の可動子のうち第1の固定子から力を受けるものが有する2つの磁石は、第1の固定子に対向して位置するとき軸方向の力を生じるのに適した磁極部の配置となるので、漏れ磁束を少なくするとともに、ばね共振系は軸方向に大きな力を受けて効率よく運動することができる。

【0073】

請求項6に係る発明によれば、請求項5記載の効果に加え、第1の可動子と第2の可動子のうち第2の固定子から力を受けるものが有する2つの磁石は、第2の固定子の2つの磁極部に対向して位置するとき回転方向の力を生じるのに適した磁極部の配置になるので、漏れ磁束を少なくするとともに、第1の可動子は回転方向に大きな力を受けて効率よく運動することができる。

【0074】

請求項7に係る発明によれば、請求項5または6記載の効果に加え、第1の可動子と第2の可動子のうち第1の固定子から力を受けるものが有する磁石の磁極部と第1の固定子の磁極部の対向面積を大きく取ることができるので、ばね共振系は軸方向に大きな力を受けて運動することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

第1の実施形態を示す部分断面斜視図である。

【図2】

第1の実施形態を示すA-A断面図である。

【図3】

第1の実施形態を示すB-B断面図である。

【図4】

第1の実施形態を示す断面図であり、(a)はC-C断面図、(b)はD-D断面図である。

【図5】

第1の実施形態の特性図であり、(a)は軸方向変位－推力特性、(b)は回転角度－トルク特性である。

【図6】

第1の実施形態の第2の固定子をEの字型に置き換えたものを示すB-B断面図である。

【図7】

第1の実施形態の第2の固定子をEの字型に置き換えたものを示す断面図であり、(a)はE-E断面図、(b)はF-F断面図である。

【図8】

第1の実施形態の動作を示す波形図である。

【図9】

第1の実施形態の別の動作を示す波形図である。

【図10】

第2の実施形態の要部を示すものであり、(a)は斜視図、(b)は上面図である。

【図11】

第3の実施形態を示す図1のA-A断面に相当する断面図である。

【図12】

第4の実施形態を示す図1のA-A断面に相当する断面図である。

【図13】

第4の実施形態の軸方向変位-推力特性を示す特性図である。

【図14】

第5の実施形態の第1の固定子と第1のコイルを示す要部断面図である。

【図15】

第6の実施形態を示す図1のA-A断面に相当する断面図である。

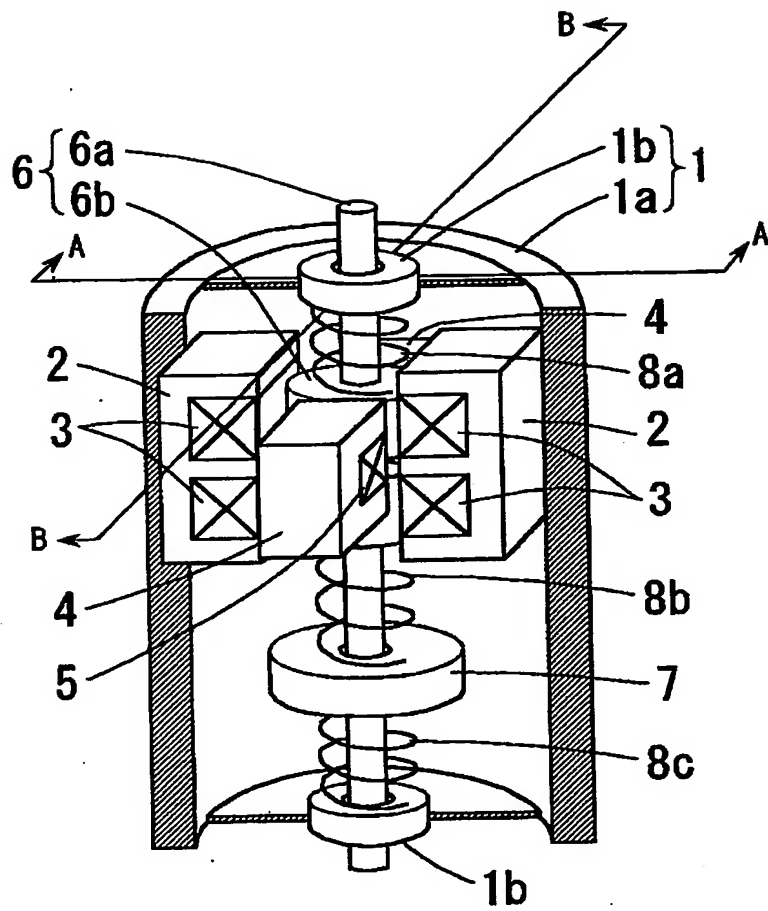
【符号の説明】

- 1 ケース
- 1 a 筐体部
- 1 b 軸受け部
- 2 第1の固定子
- 3 第1のコイル

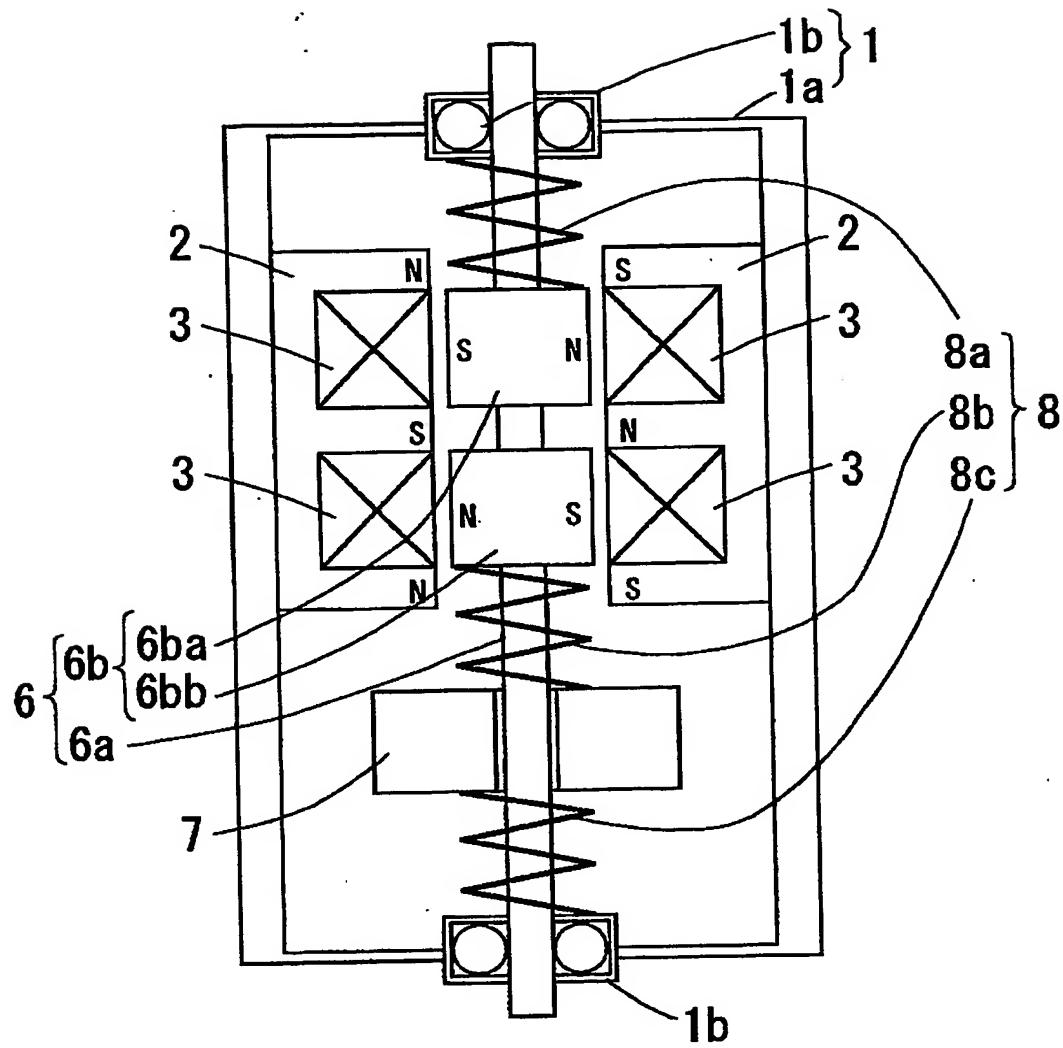
- 4 第 2 の固定子
- 5 第 2 のコイル
- 6 第 1 の可動子
 - 6 a シャフト
 - 6 b 駆動力発生部
 - 6 b a 磁石
 - 6 b b 磁石
- 7 第 2 の可動子
 - 7 a 磁石
 - 7 b 磁石
- 8 ばね部材
 - 8 a 第 1 のばね
 - 8 b 第 2 のばね
 - 8 c 第 3 のばね
- G 空隙部

【書類名】 図面

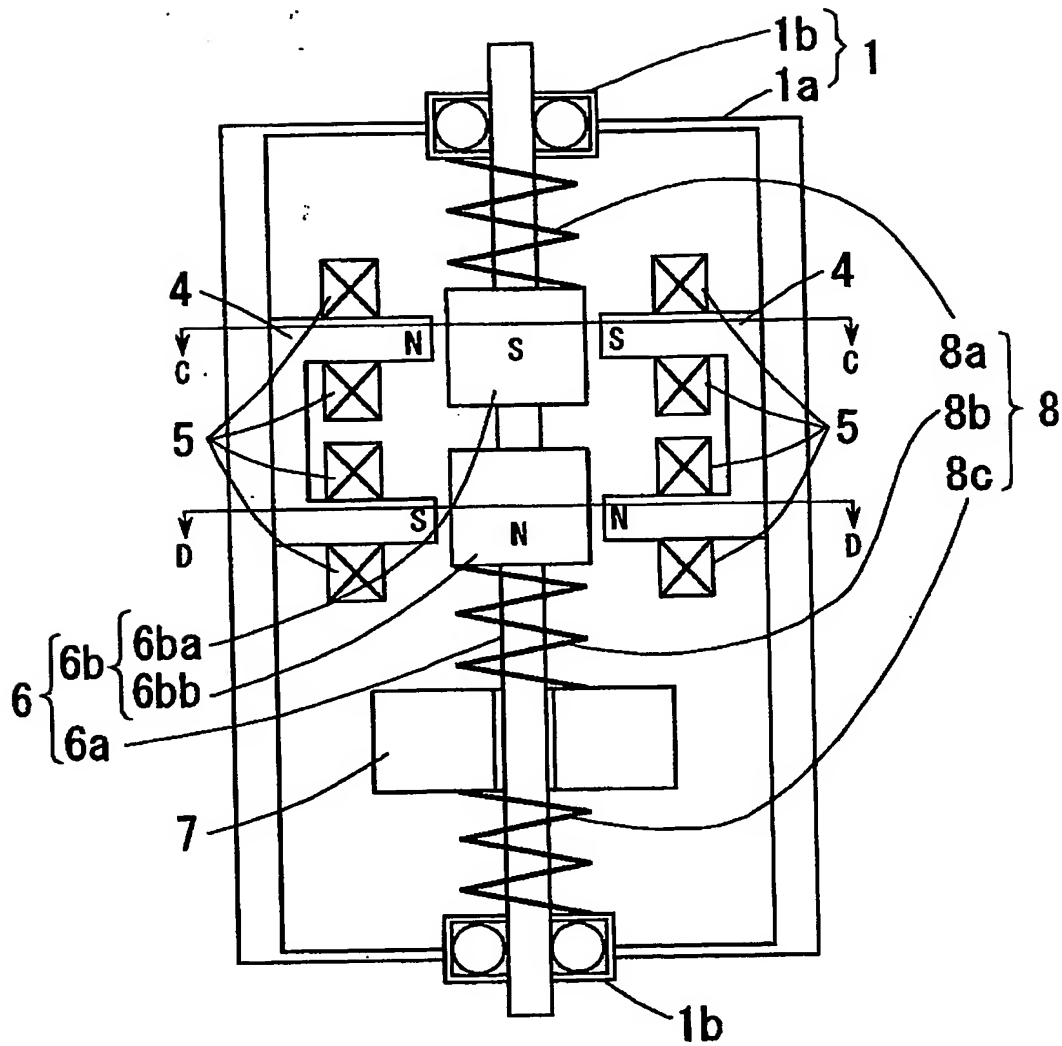
【図 1】



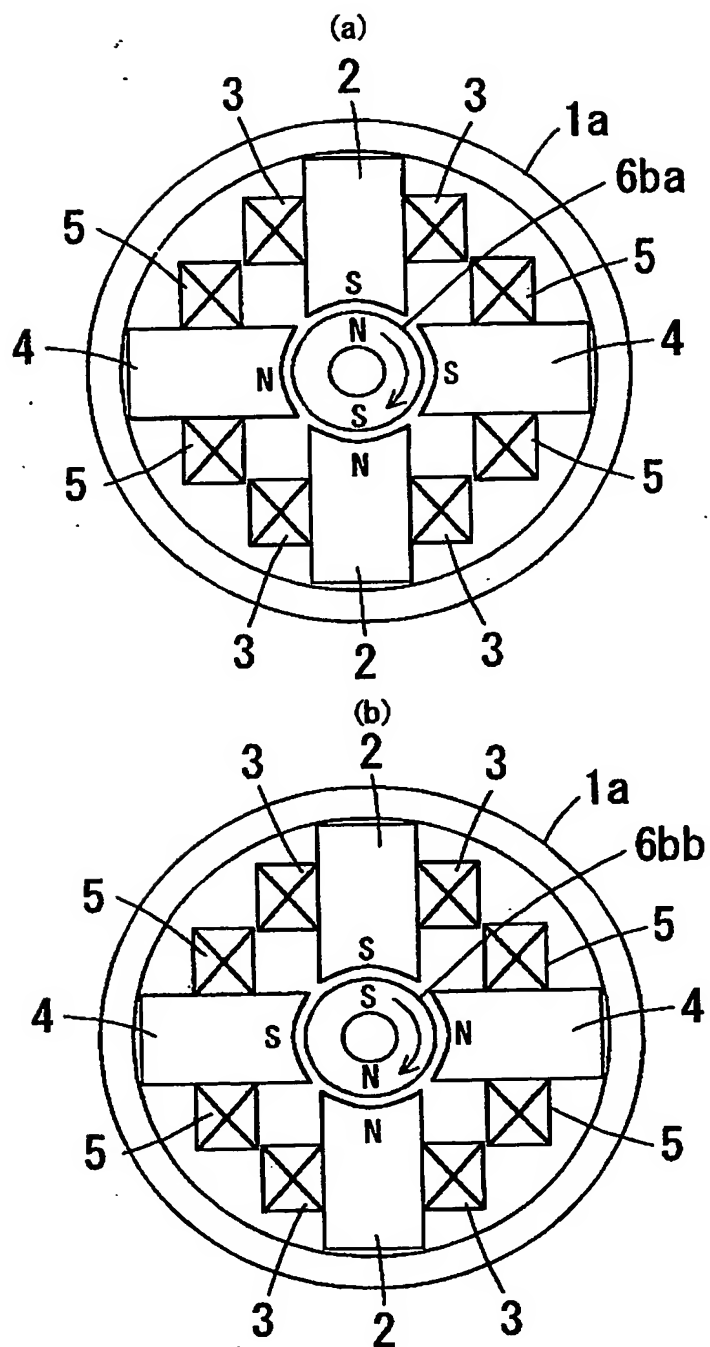
【図 2】



【図3】

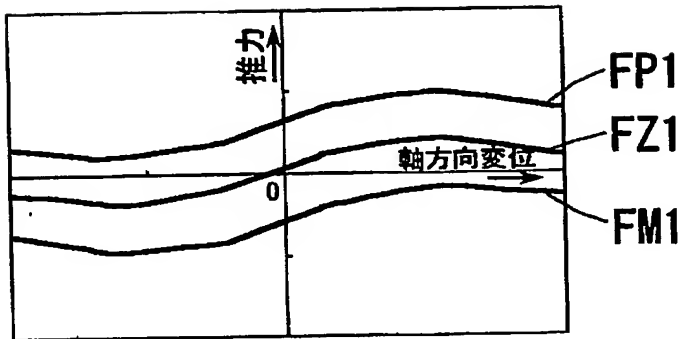


【図 4】

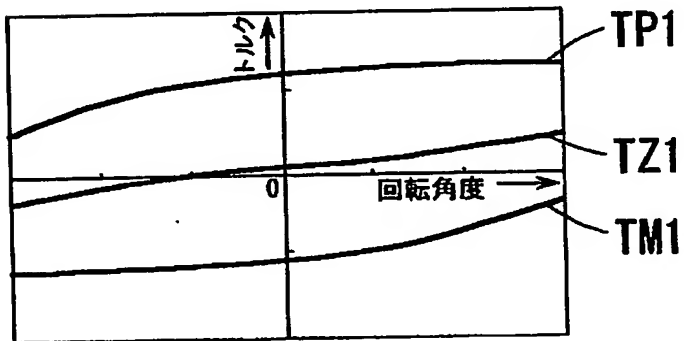


【図 5】

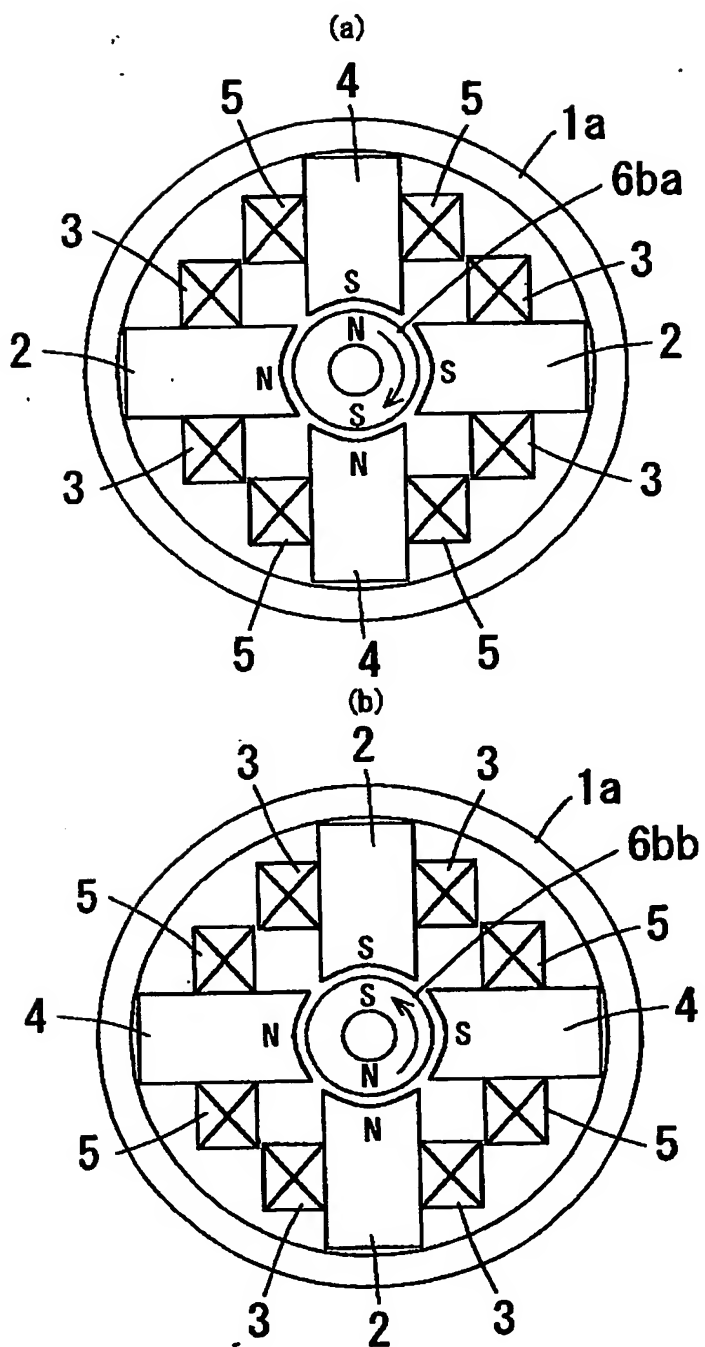
(a)



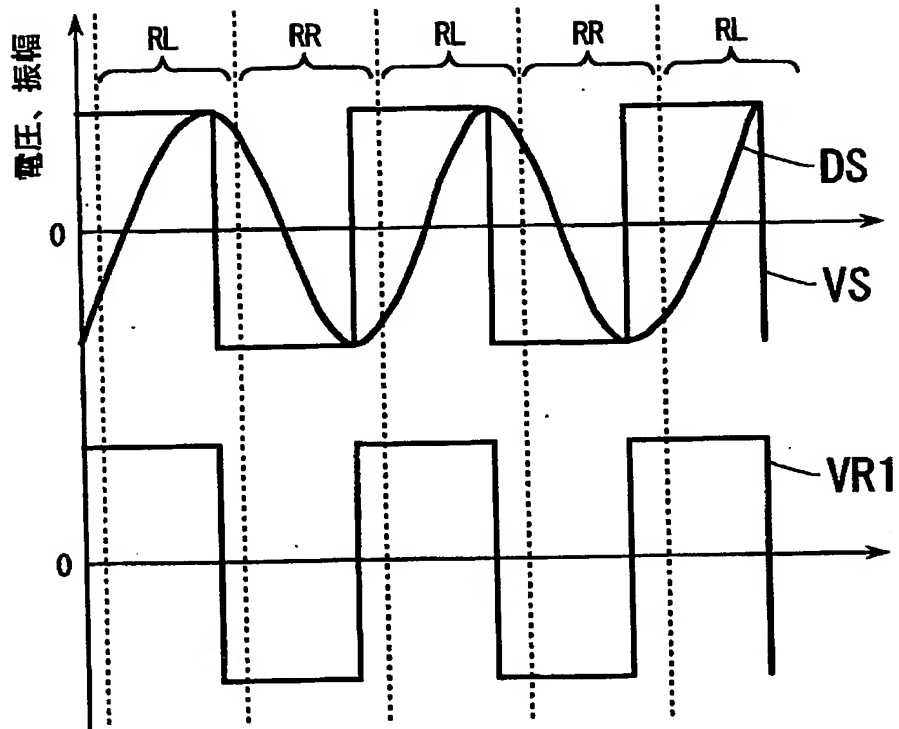
(b)



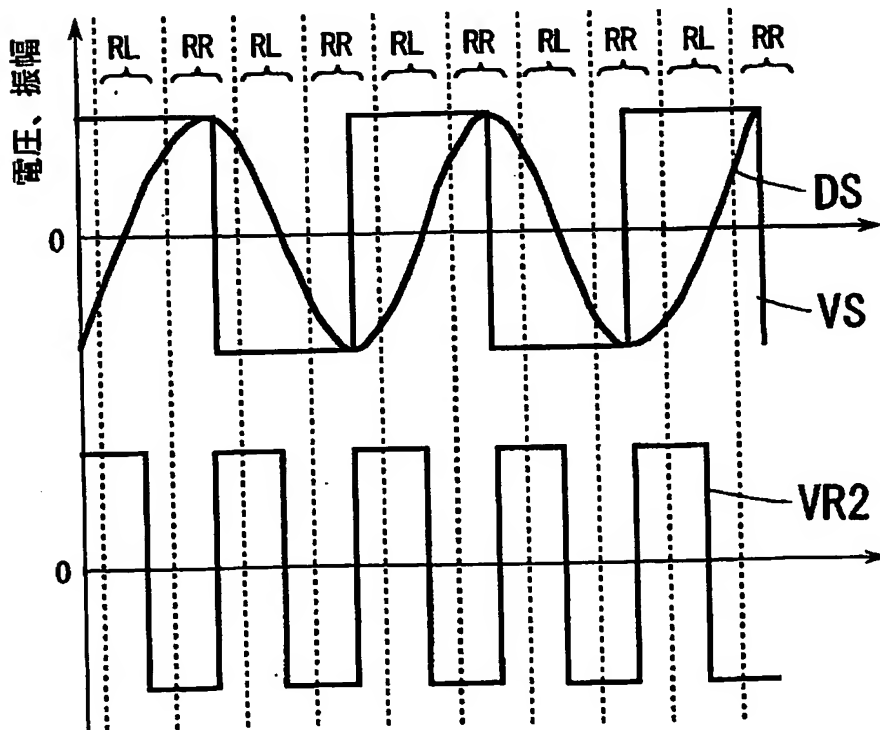
【図 7】



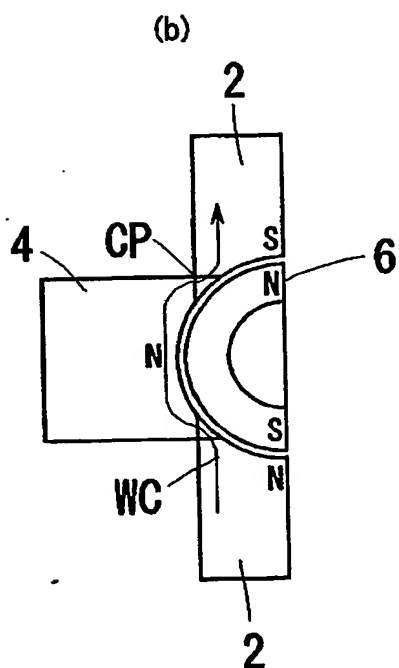
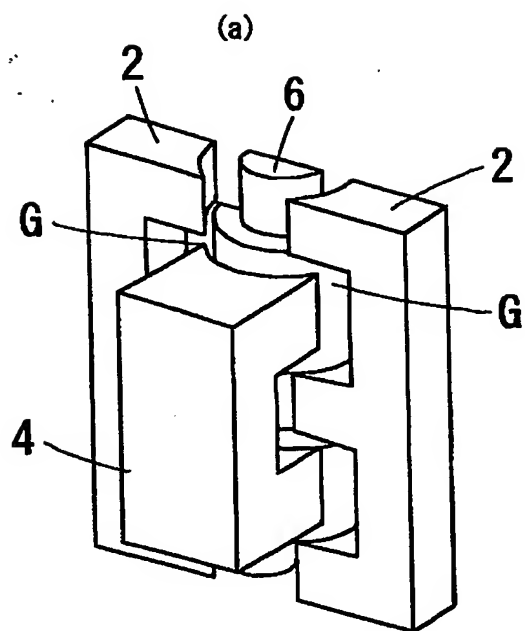
【図 8】



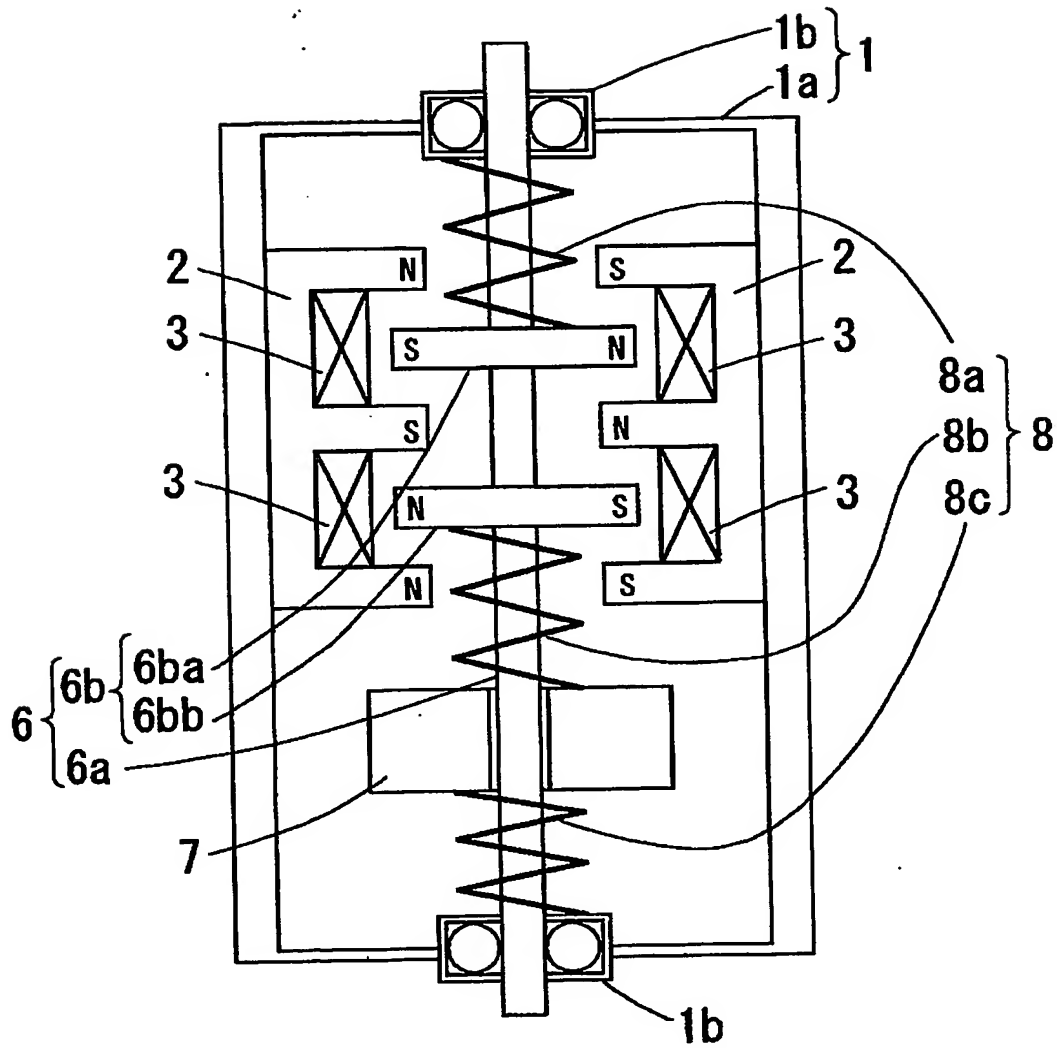
【図 9】



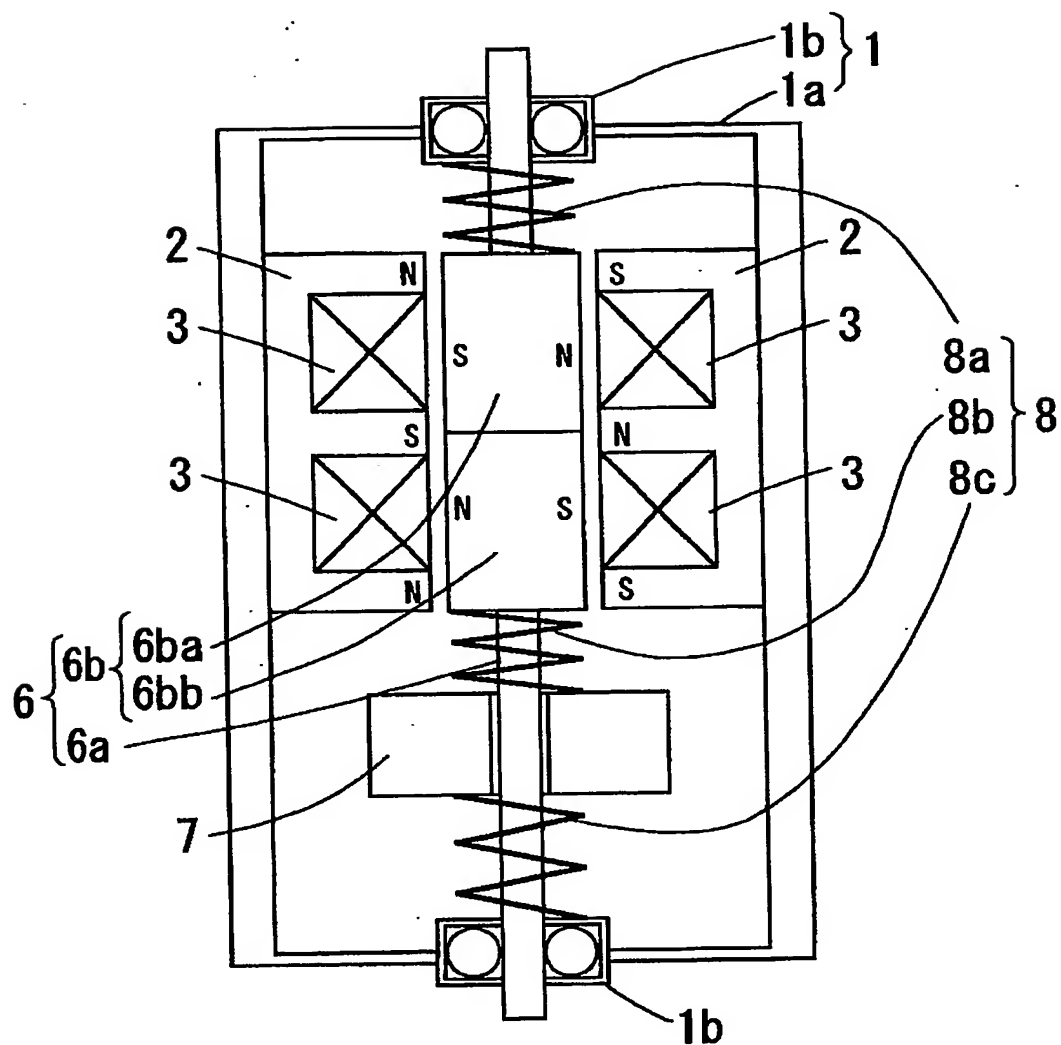
【図 10】



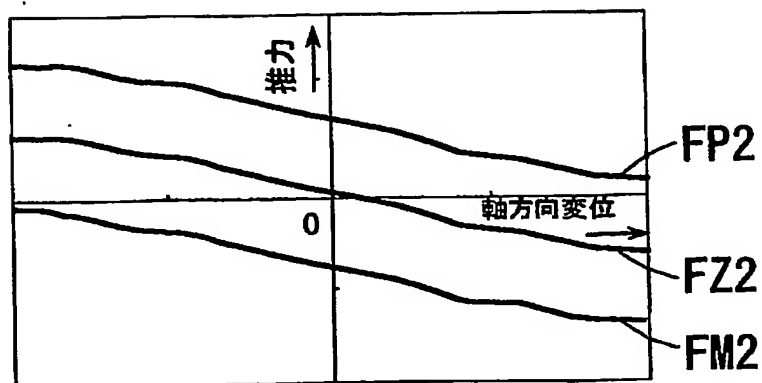
【図 11】



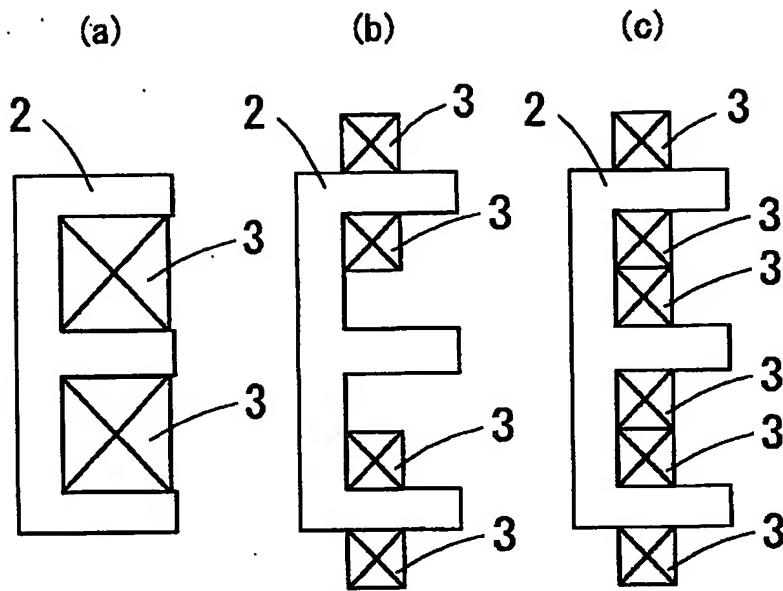
【図 12】



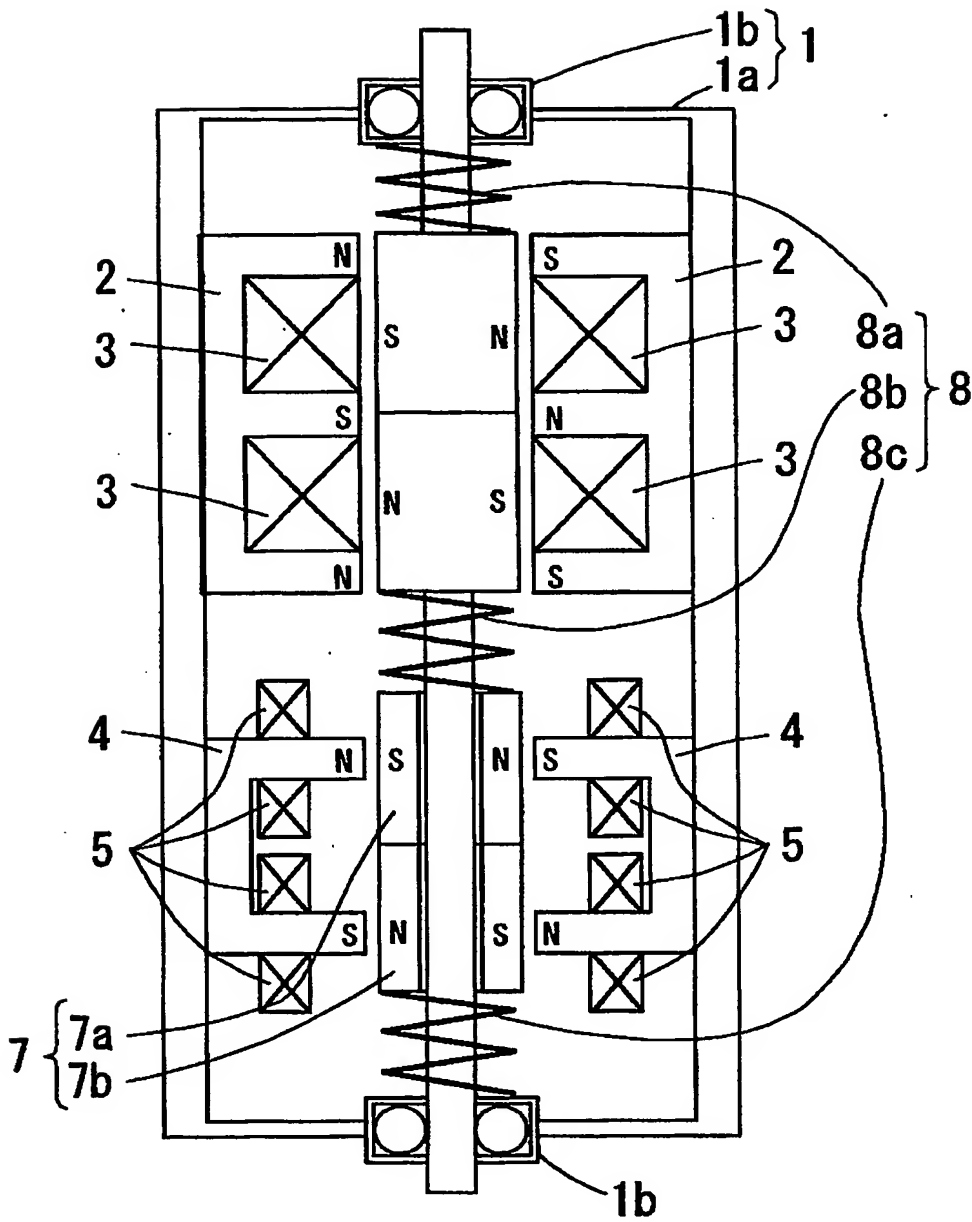
【図 13】



【図 14】



【図 15】



【書類名】

要約書

【要約】

【課題】 軸方向の慣性力による振動を低減し、軸方向と回転方向の2方向に運動することが可能なアクチュエータの動作制御の自由度を向上する。

【解決手段】 本発明は、コイルを有する固定子を備えるケースに、シャフトを有する第1の可動子が、軸方向と回転方向の運動を行えるように支持され、第1の可動子とケースとの間に第2の可動子を有し、ケースと第1の可動子と第2の可動子との間にそれぞればね部材を有し、コイルに電流を流すことにより第1の可動子が軸方向と回転方向の運動をするアクチュエータにおいて、固定子は、第1の可動子または第2の可動子に軸方向の力を与える第1の固定子と回転方向の力を与える第2の固定子を備え、コイルは、第1の固定子を通る磁路を励磁する第1のコイルと第2の固定子を通る磁路を励磁する第2のコイルを備えることを特徴とする。

【選択図】 図1

特願 2002-342761

出願人履歴情報

識別番号

[000005832]

1. 変更年月日

1990年 8月30日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真1048番地

氏 名

松下電工株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.